



⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 101 56 401 A 1

⑯ Int. Cl. 7:  
**B 60 T 13/66**  
B 60 T 13/20

⑯ Innere Priorität:  
101 03 057. 6 24. 01. 2001

⑯ Anmelder:  
Continental Teves AG & Co. oHG, 60488 Frankfurt,  
DE

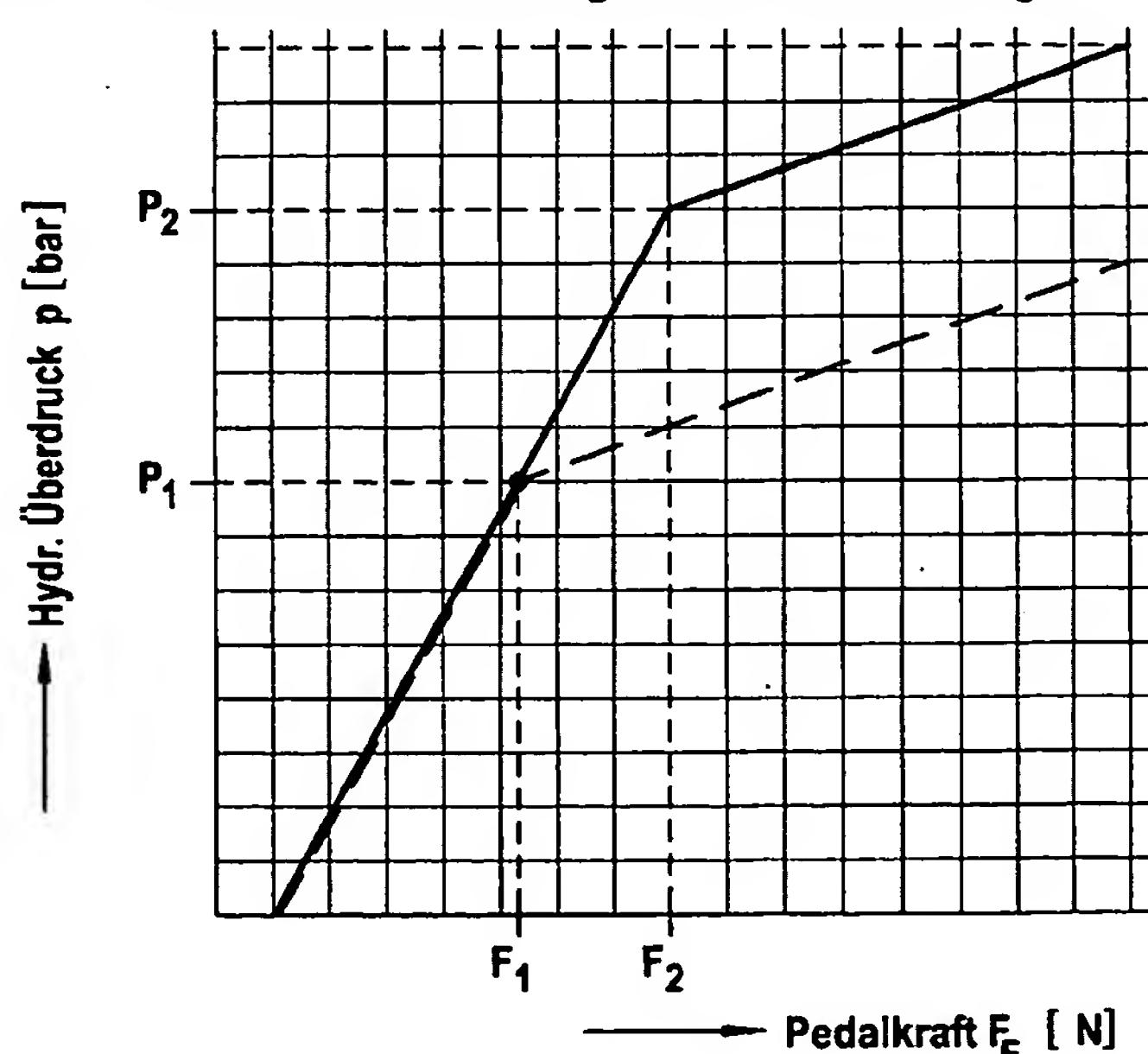
⑯ Erfinder:  
Gronau, Ralph, 35083 Wetter, DE; Scheller, Tobias,  
65931 Frankfurt, DE; Reviol, Ralf, 63128  
Dietzenbach, DE; Neu, Andreas, 76773 Kuhardt, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Rechercheantrag gem. Paragraph 43 Abs. 1 Satz PatG ist gestellt

⑯ Verfahren und Vorrichtung zur Regelung des Druckaufbaus in einer elektronisch regelbaren Bremsanlage

⑯ Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung des Druckaufbaus in einer elektronisch regelbaren Bremsanlage für vorzugsweise Kraftfahrzeuge, mit einem Hauptbremszylinder, insbesondere Tandemhauptbremszylinder (THZ), einem Vakuumbremskraftverstärker (Booster), mindestens einer weiteren Druckquelle für eine Bremskraftunterstützung, die durch eine Steuereinheit ansteuerbar ist und mit deren Druck Radbremsen des Fahrzeugs beaufschlagbar sind und mit einer Einrichtung zur Erkennung des Fahrverzögerungswunsches, welches Verfahren dadurch gekennzeichnet ist, dass vor der Ansteuerung der weiteren Druckquelle nach Maßgabe eines erkannten Fahrverzögerungswunsches oder davon abgeleiteter Größen ein Muster oder ein Programm zur Ansteuerung der weiteren Druckquelle und/oder eines oder mehrerer Ventile festgelegt wird, welches Muster oder Programm einen im wesentlichen dem Fahrverzögerungswunsch oder davon abgeleiteter Größen entsprechenden Bremsdruckaufbau mit einer bestimmten, vorgegebenen Bremsdruckaufbaucharakteristik ermöglicht.



## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung des Druckaufbaus in einer elektronisch regelbaren Bremsanlage für vorzugsweise Kraftfahrzeuge, mit einem Hauptbremszylinder, insbesondere Tandemhauptbremszylinder (THZ), einem Vakuumbremskraftverstärker (Booster), mindestens einer weiteren Druckquelle für eine Bremskraftunterstützung, die durch eine Steuereinheit ansteuerbar ist und mit deren Druck Radbremsen des Fahrzeugs beaufschlagbar sind und mit einer Einrichtung zur Erkennung des Fahrerverzögerungswunsches. Die Erfindung betrifft ebenso eine Vorrichtung zur Regelung des Druckaufbaus in einer elektronisch regelbaren Bremsanlage für vorzugsweise Kraftfahrzeuge, mit einem Hauptbremszylinder, einem Vakuumbremskraftverstärker (Booster), mindestens einer Pumpe aufweisenden weiteren Druckquelle, die durch eine Steuereinheit ansteuerbar ist und mit deren Druck Radbremsen des Fahrzeugs beaufschlagbar sind und mit einer Einrichtung zur Erkennung des Fahrerverzögerungswunsches.

[0002] Im Zuge neuer Motorentechnik, wie z. B. Benzin-Direkteinspritzer oder Dieselmotoren, ist eine Unterdruckversorgung zur Bremskraftunterstützung immer seltener gegeben. Dies erfordert Bremssysteme mit aktiver, zusätzlicher Bremskraftunterstützung.

[0003] Es sind hydraulische Fahrzeughremssysteme bekannt, bei denen eine Bremskraftunterstützung im wesentlichen mittels eines Vakuumbremskraftverstärkers (Boosters) und zusätzlich durch eine Pumpe verstärkt wird. Die Pumpe kann eine Vakuumpumpe sein, um das Vakuum in dem Booster zu verbessern oder es kann eine hydraulische Pumpe eingesetzt werden, um den hydraulischen Druck im Bremssystem zu erhöhen.

[0004] Bei diesen Systemen ist es ein Problem, eine "analoge" Bremskraftunterstützung darzustellen, da es bedingt durch Ventilschaltungen, oder Pumpenläufen nur zu einer stufigen Druckerhöhung kommt. Diese Stufung bemerkt der Fahrer am Bremspedal, da es vom gewohnten Pedalgefühl abweicht.

[0005] Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung bereitzustellen, das eine verbesserte Regelung des Druckaufbaus in einer elektronisch regelbaren Bremsanlage ermöglicht.

[0006] Die Aufgabe wird durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Weitere, bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Unteransprüchen angegeben.

[0007] Es ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass bei einem Verfahren vor der Ansteuerung der weiteren Druckquelle und/oder eines oder mehrerer Ventile nach Maßgabe eines erkannten Fahrerverzögerungswunsches oder davon abgeleiteter Größen ein Muster oder ein Programm zur Ansteuerung der weiteren Druckquelle und/oder eines oder mehrerer Ventile festgelegt wird, welches Muster oder Programm einen im wesentlichen dem Fahrerverzögerungswunsch oder davon abgeleiteter Größen entsprechenden Bremsdruckaufbau mit einer bestimmten, vorgegebenen Bremsdruckaufbaucharakteristik ermöglicht.

[0008] Durch dieses Verfahren erfolgt die Festlegung und Einstellung des Bremsdrucks (Verstärkung) schon vor der Bildung einer Regelabweichung. Bei einer Erhöhung der Fußkraft des Fahrers auf das Bremspedal (Pedalkraft) kann ohne (merkliche) Verzögerung der Druck im System und damit der Radbremsdruck mit dementsprechendem Faktor erhöht werden. Ein "stumpfes" Pedalgefühl für den Fahrer stellt sich nicht ein. Vielmehr bleibt das für den Fahrer gewohnte, komfortable Pedalgefühl – wie bei einer alleinigen Booster-Unterstützung – erhalten.

[0009] Nach der Erfindung ist es vorgesehen, dass die bestimmte, vorgegebene Bremsdruckaufbaucharakteristik im wesentlichen einer Bremsdruckaufbaucharakteristik eines Boosters entspricht, wobei vorteilhaft dieser "simulierte" Booster einen höheren Aussteuerungspunkt als der in dem Bremssystem vorhandene Booster besitzt. Ggf. kann auch der Verstärkungsfaktor erhöht werden.

[0010] Es ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass der Fahrerverzögerungswunsch oder davon abgeleitete Größen anhand eines Gradienten des Bremsdruckaufbaus durch den Booster oder davon abgeleiteter Größen bestimmt wird. Erfindungsgemäß liegt demnach eine Annahme zugrunde, dass der Bremsdruckaufbau durch den Fahrer kontinuierlich, d. h. mit einem konstanten Gradienten erfolgt. Dies ermöglicht es, den Gradienten des Antritts (Bremsbetätigung des Fahrers) in der Phase festzustellen, in der die zusätzliche Druckunterstützung noch gegeben ist.

[0011] In einer besonders günstigen Ausführungsform der Erfindung ist es vorgesehen, dass eine Änderung des Druckaufbaugradienten mitberücksichtigt wird und/oder dass das Muster oder Programm vorgegeben ist oder anhand vorgegebener Größen ermittelt wird.

[0012] Die Aufgabe wird auch durch eine Vorrichtung gelöst, bei der erfindungsgemäß vorgesehen ist, dass die Steuereinheit eine Festlegungseinheit aufweist, zur Festlegung eines Musters oder eines Programms zur Ansteuerung der weiteren Druckquelle und/oder eines oder mehrerer Ventile nach Maßgabe eines erkannten Fahrerverzögerungswunsches oder davon abgeleiteter Größen vor der Ansteuerung der weiteren Druckquelle und/oder eines oder mehrerer Ventile, wobei das Muster oder Programm einen im wesentlichen dem Fahrerverzögerungswunsch oder davon abgeleiteter Größen entsprechenden Bremsdruckaufbau mit einer bestimmten, vorgegebenen Bremsdruckaufbaucharakteristik ermöglicht.

[0013] Erfindungsgemäß entspricht die bestimmte, vorgegebene Bremsdruckaufbaucharakteristik im wesentlichen einer Bremsdruckaufbaucharakteristik eines Boosters mit insbesondere höherem Aussteuerungspunkt.

[0014] Nach der Erfindung wird der Fahrerverzögerungswunsch oder davon abgeleitete Größen anhand eines Gradienten des Bremsdruckaufbaus oder davon abgeleiteter Größen bestimmt. Diese werden nach Maßgabe geeigneter Sensoren, vorzugsweise durch Drucksensoren, die den Druck im THZ wiedergeben, ermittelt.

[0015] Es ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass eine Änderung des Druckaufbaugradienten mitberücksichtigt wird. Damit wird die Regelungsmöglichkeit des Bremsdruck nochmals verbessert.

[0016] In einer Ausführung ist es vorgesehen, dass das Muster oder Programm vorgegeben ist oder anhand vorgegebener Größen ermittelt wird. Diese werden nach Maßgabe geeigneter Sensoren, vorzugsweise durch Vakuumsensoren oder Wegsensoren am/im Booster ermittelt.

[0017] Als Pumpe für die weitere Druckquelle wird vorzugsweise mindestens eine hydraulische Pumpe verwendet, allein oder in Kombination mit einem hydraulischen Druckspeicher.

[0018] Die Erfindung wird in der nachfolgenden Beschreibung unter Bezugnahme auf beiliegende Abbildung (Figur) beispielhaft näher erläutert.

[0019] In der Figur ist der idealisierte Verlauf des hydraulischen Überdrucks in Abhängigkeit von der Pedalkraft dargestellt.

[0020] Die Figur zeigt den Verlauf des hydraulischen Überdrucks  $P$  einer hydraulischen Fahrzeughremse in Abhängigkeit von der Pedalkraft  $F$ , die der Fahrer auf das Bremspedal ausübt. Die Bremskraft an den Rädern des

Fahrzeugs ist linear von diesem Überdruck  $P$  abhängig. Die gestrichelte Linie stellt den Verlauf des Überdrucks bei einer alleinigen Verstärkung durch den Booster dar. Der Druck steigt linear an bis zu einem Druck  $P_1$  bei einer Kraft  $F_1$ . Dieser Punkt entspricht einem ersten Aussteuerpunkt des Boosters. Ab diesem Punkt ist eine weitere Druckerhöhung nur durch eine erheblich größere Pedalkraft  $F$  möglich. Der Aussteuerdruck  $P_1$  ist abhängig von der Größe des Bremsgeräts, vom Durchmesser eines angeflanschten Hauptbremszylinders sowie von der erzeugten Vakuumhöhe durch den Antriebsmotor des Fahrzeugs.

[0021] Bei bestimmten Antriebsmotoren steht insbesondere in der Kaltstartphase des Kraftfahrzeugs nur genug Vakuum zur Verfügung, um die gesetzlichen Mindestanforderungen zum Abbremsen des Fahrzeugs zu erfüllen. Erfindungsgemäß werden im Normalbetrieb größere Bremsdrücke über den Aussteuerpunkt hinaus daher durch eine hydraulische Verstärkung mit einer Pumpe realisiert. Der Aussteuerpunkt kann vorzugsweise mittels einem oder zweier Vakuumdrucksensoren im Booster erkannt werden. Aus den Signalen der Vakuumdrucksensoren im Booster kann auch der Druck in dem angeflanschten Hauptbremszylinder, insbesondere Tandem-Hauptbremszylinder (THZ), näherungsweise bestimmt werden, der bei dem Aussteuerpunkt erreicht ist und wobei eine hydraulische Unterstützung erforderlich wird. Dies wird durch eine in einem elektronischen Speicher gespeicherte Kennlinie des Boosters realisiert. Der hydraulische Druck im THZ wird ebenso durch Drucksensoren sensiert.

[0022] Liegt der Aussteuerpunkt, das heißt der erste Aussteuerpunkt bei  $P_1$ , aufgrund der zu schwachen Vakuumleistung des Motors – wie in diesem Beispiel – zu niedrig, wird erfindungsgemäß eine weitere Druckquelle angesteuert und nach Maßgabe eines erkannten Fahrerverzögerungswunsches oder davon abgeleiteter Größen ein Muster oder ein Programm zur Ansteuerung der weiteren Druckquelle und/oder eines Ventils festgelegt. Dieses Muster oder Programm ermöglicht einen im wesentlichen dem Fahrerverzögerungswunsch oder davon abgeleiteter Größen entsprechenden Bremsdruckaufbau. So wird hier entsprechend der Vorgabe der Pedalkraft  $F$  durch den Fahrer der Überdruck weiter ab dem ersten Aussteuerpunkt bei  $P_1$  kontinuierlich und mit derselben Steigung wie bis zum Punkt  $P_1$  erhöht bis zu einem zweiten Aussteuerpunkt bei dem Druck  $P_2$  und der Kraft  $F_2$ . Demnach wird durch das Verfahren nach der Erfindung ein Booster mit einem höheren Aussteuerpunkt simuliert. Die Erhöhung des Bremsdrucks erfolgt daher für den Fahrer mit einem für ihn gewohnten, komfortablen Pedalgefühl.

[0023] Die Druckerhöhung wird vorteilhaft mit einer hydraulischen Pumpe, vorzugsweise mit einer schon im Bremssystem vorhandenen und ggf. modifizierten Pumpe durchgeführt. Mit der Kenntnis der Volumenkennlinien und der ebenfalls bekannten zu erwarteten Förderleistung bei der entsprechenden Pumpenansteuerung dieser Pumpe wird das Pumpenansteurmuster schon vor dem eigentlichen Aufbau eines zusätzlichen Drucks durch diese Pumpe ermittelt. Dies ermöglicht es, den Radzylinderdruck mit dem gleichen Gradienten weiter zu steigern wie vor dem Eintritt in die Phase der zusätzlichen Druckunterstützung durch die Pumpe. Die Volumenkennlinien können zum Beispiel in der Software des Reglers des Bremsenregelungssystems abgelegt sein.

[0024] Dieses Verfahren wird fortgeführt, solange der Druckaufbau sich nicht ändert, das bedeutet innerhalb vorgebener, engen Grenzen, sich nicht verändert. Der Aufbaugradient des Drucks bzw. der Druckvorgabe für die Raddrücke (im Radbremszylinder) wird so eingestellt, dass er in der Phase des zusätzlichen Drucks (ab  $P_1$  bis  $P_2$ ) näherungs-

weise dem Aufbaugradienten des Drucks im Hauptbremszylinder entspricht, der in der Phase der alleinigen Boosterunterstützung (bis  $P_1$ ) vorlag. Änderungen im Gradienten im THZ werden durch entsprechende Anpassungen des Ansteueralgorithmus der Pumpe im Hinblick auf die zu erzeugenden Aufbaugradienten der Raddrücke berücksichtigt.

[0025] Vorteilhaft werden so keine Regelabweichung erzeugt, sondern vielmehr ein "weicher" Übergang von der Druckerhöhung durch den Booster und der zusätzlichen Unterstützung durch die hydraulische Pumpe realisiert. Es kann dadurch eine hinreichend große Verstärkung ermöglicht werden und zugleich am Pedal für den Fahrer ein spürbarer Übergang in der Bremskraftverstärkung vermieden werden.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Regelung des Druckaufbaus in einer elektronisch regelbaren Bremsanlage für vorzugsweise Kraftfahrzeuge, mit einem Hauptbremszylinder, insbesondere Tandem-Hauptbremszylinder (THZ), einem Vakuumbremskraftverstärker (Booster), mindestens einer weiteren Druckquelle für eine Bremskraftunterstützung, vorzugsweise eine hydraulische Pumpe, die durch eine Steuereinheit ansteuerbar ist und mit deren Druck Radbremsen des Fahrzeugs beaufschlagbar sind und mit einer Einrichtung zur Erkennung des Fahrerverzögerungswunsches, dadurch gekennzeichnet, dass vor der Ansteuerung der weiteren Druckquelle und/oder eines oder mehrerer Ventile nach Maßgabe eines erkannten Fahrerverzögerungswunsches oder davon abgeleiteter Größen ein Muster oder ein Programm zur Ansteuerung der weiteren Druckquelle und/oder eines oder mehrerer Ventile festgelegt wird, welches Muster oder Programm einen im wesentlichen dem Fahrerverzögerungswunsch oder davon abgeleiteter Größen entsprechenden Bremsdruckaufbau mit einer bestimmten, vorgegebenen Bremsdruckaufbaucharakteristik ermöglicht.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die bestimmte, vorgegebene Bremsdruckaufbaucharakteristik im wesentlichen einer Bremsdruckaufbaucharakteristik eines Boosters entspricht.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Fahrerverzögerungswunsch oder davon abgeleitete Größen anhand eines Gradienten des Bremsdruckaufbaus durch den Boosters oder davon abgeleiteter Größen bestimmt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass eine Änderung des Druckaufbaugradienten mitberücksichtigt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Muster oder Programm vorgegeben ist oder anhand vorgegebener Größen ermittelt wird.

6. Vorrichtung zur Regelung des Druckaufbaus in einer elektronisch regelbaren Bremsanlage für vorzugsweise Kraftfahrzeuge, mit einem Hauptbremszylinder, einem Vakuumbremskraftverstärker (Booster), mindestens einer einer Pumpe aufweisenden weiteren Druckquelle, die durch eine Steuereinheit ansteuerbar ist und mit deren Druck Radbremsen des Fahrzeugs beaufschlagbar sind und mit einer Einrichtung zur Erkennung des Fahrerverzögerungswunsches, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit eine Festlegungseinheit aufweist, zur Festlegung eines Musters oder eines Programms zur Ansteuerung der weiteren Druckquelle und/oder eines oder mehrerer Ventile nach Maß-

gabe eines erkannten Fahrerverzögerungswunsches oder davon abgeleiteter Größen vor der Ansteuerung der weiteren Druckquelle, und/oder eines oder mehrerer Ventile wobei das Muster oder Programm einen im wesentlichen dem Fahrerverzögerungswunsch oder davon abgeleiteter Größen entsprechenden Bremsdruckaufbau mit einer bestimmten, vorgegebenen Bremsdruckaufbaucharakteristik ermöglicht. 5

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die vorgegebene, bestimmte Bremsdruckaufbaucharakteristik im wesentlichen einer Bremsdruckaufbaucharakteristik eines Boosters entspricht. 10

8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Fahrerverzögerungswunsch 15 oder davon abgeleitete Größen anhand eines Gradienten des Bremsdruckaufbaus durch den Booster oder davon abgeleiteter Größen bestimmt wird.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass eine Änderung des Druckaufbaugradienten mitberücksichtigt wird. 20

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Muster oder Programm vorgegeben wird oder anhand vorgegebener Größen ermittelt wird. 25

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

30

35

40

45

50

55

60

65

**- Leerseite -**

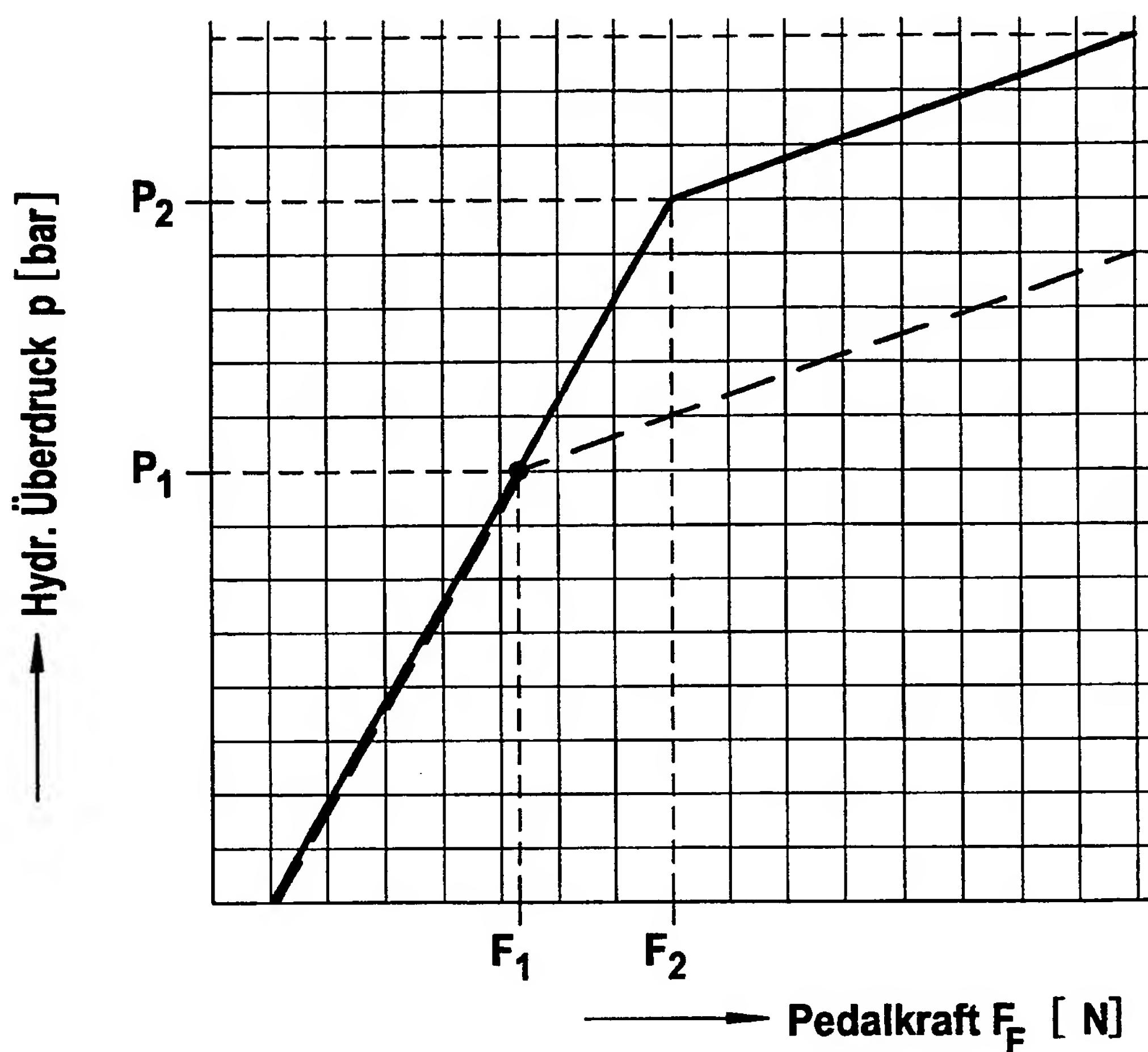


Fig.